AUS DER UNIVERSITÄTS-AUGENKLINIK BASEL
(DIREKTOR: PROF. DR. A. BRÜCKNER)

DIE HÄUFIGKEIT DER ANGEBORENEN FARBENSINNSTÖRUNGEN BEI KNABEN UND MÄDCHEN UND IHRE FESTSTELLUNG DURCH DIE ÜBLICHEN KLINISCHEN PROBEN

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT BASEL

VORGELEGT VON

PETER VON PLANTA
AUS SÜS (GRAUBÜNDEN)

VERLAGSBUCHHANDLUNG JULIUS SPRINGER IN BERLIN. 1928

Diss. Basel
1928.

*18672

Von der Medizinischen Fakultät genehmigt
auf Antrag von Prof. Dr. A. Brückner

Basel, den 24. Februar 1928.

R. Rössle, d. Z. Dekan.

Sonderdruck aus
v. Graefes Archiv für Ophthalmologie, Bd. 120

Die bisher in der Literatur vorliegenden Angaben über die Häufigkeit angeborener Farbensinnstörungen weichen untereinander sehr erheblich ab. Die Gründe hierfür sind verschieden. Soweit es sich um ältere Statistiken handelt, ist zum Teil die unzureichende Methodik schuld. Da wir durch die Forschungen insbesondere von *Nagel* wissen, daß die *Holmgren*sche Wollprobe den größten Teil der anomalen Trichromaten durchschlüpfen läßt, gelegentlich aber auch Farbenblinde mit ihr nicht erkannt werden, so sind die älteren Untersuchungen, die sich mit Vorliebe dieser Methode bedienten, unvollständig. Aber auch, seitdem wir die Anomalen genauer mit dem Anomaloskop zu erfassen gelernt haben, zeigen die prozentualen Angaben bei den verschiedenen Autoren so große Unterschiede untereinander nicht nur, was die Häufigkeit der „Farbenuntüchtigen" insgesamt, sondern auch die einzelnen Typen in ihrem Häufigkeitsverhältnis betrifft, daß wir nach den Ursachen hierfür fragen müssen. Wenn wir von älteren statistischen Mitteilungen, wie sie von *I. A. Mullen*[18] zusammengefaßt worden sind, absehen, so beweist eine Übersicht der neueren Angaben über die Häufigkeit der Farbensinnstörungen bei Männern (s. Tab. 1) das eben Gesagte. Tab. 2 gibt eine Zusammenstellung der Farbensinnstörungen bei den Frauen. Die Zahlen bei den Männern schwanken zwischen 2,7 und 22% insgesamt Farbenuntüchtiger. Innerhalb der einzelnen Typen der angeborenen Farbensinngestörten sind die Schwankungen ähnlich erheblich.

Wenn wir nach den Gründen, die für diese Differenzen in Betracht kommen, suchen, so sind sie verschieden. Vor allem ist das von den Autoren beobachtete Material nicht gleichwertig hinsichtlich der Frage, ob es gesiebt oder ungesiebt war. Alle die von Bahnärzten untersuchten Fälle sind deshalb eigentlich bei derartigen statistischen Betrachtungen auszuscheiden. Denn vielfach handelt es sich um Oberbegutachtung,

Tabelle 1. *Neuere Statistiken.*

Autoren	Männer	Davon farbenuntüchtig	Prozentzahlen	Protanope	Deuteranope	Protanomale	Deuteranomale	Verwendete Proben
Seidel 1912 (29)	1000	63	6,3	10	21	8	24 = 2,4%	—
Schiötz 1920 (26)	2005	202	10,7	—	—	—	—	—
Podestà 1918 (22)	687	64	9,3	—	—	—	—	St. N. C. P.
Rosmanit 1914 (23)	3000 Eisenbahn	660	22	80	140	40	400 = 13%	—
Piesbergen 1919 (28)	384 Eisenbahn	54	15	5	35	—	14 = 3,6%	N. A.
Vierling 1919 (35)	1250	76	6,5	3 = 0,24%	3 = 0,24%	9 = 0,72%	61 = 4,8%	—
Vierling 1919 (35)	—	484	—	66	88	60	270	—
Verrey 1922 (32)	646 Eisenbahn	38	5,88	—	—	—	—	A. N. C. St.
Verrey 1922 (34)	— Eisenbahn	149	—	54		14	Extr. An. 33 48	A. St.
Schwartz 1921 (28)	591	102	17,2	13 = 2,2%	25 = 4,2%	18 = 3,0%	46 = 7,7%	N. St. C. A.
Schwartz 1921 (28)	1740	277	15,9	42 = 2,4%	31 = 1,7%	52 = 3,0%	152 = 8,8%	N. St. C. A.
Thier 1920 (31)	430	—	10,7	4,2%		2,8%	3,7%	Hess' Appar.
Crocco 1926 (4) Süd-Amerika	942	48	5,09	18	17	3	9	St. A.
Favre 1920 (70) Afrika	476	13	2,7	—	—	—	—	—

Abkürzungen der verwendeten Proben:
St. = Stilling. P. = Podestà. I. = Ishihara. N. = Nagel. C. = Cohn. A. = Anomaloskop. D. = Daae. H = Holmgren.

Tabelle 2.

Autoren	Frauen	Davon Farben-untüchtige	Prozent	Protanope	Deuter-anope	Prot-anomale	Deuter-anomale	Verwendete Proben
Schiötz 1920 (26)	2200	20	0,91	—	4	—	13	St. N. C. H. D. J.
Vogt-Klainguti 1922 (37)	2238	10	0,45	—	—	—	—	A. St.
Thier 1920 (31)	426	—	7,1	—	—	3,2%	3,9%	—

Erklärung der Abkürzungen siehe Tabelle 1.

bei der schon andere Instanzen eine Voruntersuchung ausgeführt haben; hier sind die Prozentzahlen notwendigerweise höher. Als Beispiel seien die Angaben von *Rosmanit* und *Piesbergen* angeführt. Daß dieses Moment aber allein zur Erklärung nicht genügt, geht aus den Untersuchungen von *Schwartz* hervor, der bis zu 18% farbenuntüchtige Männer bei Untersuchungen an ungesiebtem Material fand. Es muß deshalb noch ein anderer Faktor in Betracht kommen. Man könnte hier an den Einfluß der Rasse oder des Landes denken, in dem die Untersuchungen ausgeführt wurden. In der Tat haben, worauf insbesondere in neuerer Zeit *Danforth*[5] und *Fueter*[9] hingewiesen haben, geschlossene Populationen durch die erhöhte Inzucht eine Chance, größere Prozentzahlen Farbensinngestörter aufzuweisen, wenn das Gen der Farbenblindheit in der Gesamterbmasse dieser Population von vornherein enthalten war. Auf ähnliche Weise wurde schon von Ma*gnus* und *Cohn* die größere Häufigkeit der Farbenblindheit bei den Juden erklärt. Doch würden hierdurch die sehr erheblichen Differenzen in den Prozentzahlen immer noch nicht befriedigend gedeutet werden können.

Es ergibt sich darum zwingend der Schluß, daß vor allem für die erheblichen Unterschiede in den Prozentzahlen die angewendete Methodik in Betracht kommt. Bei Beschränkung auf eine oder nur wenige der üblichen klinischen Proben unter Nichtverwendung des Anomaloskops oder anderer gleichwertiger, spektraler Methoden muß notwendigerweise, worauf immer wieder hingewiesen wird, ein nicht unerheblicher Prozentsatz angeboren Farbenuntüchtiger durchschlüpfen. Daß die Sicherheit, keine Farbenuntüchtigen unerkannt zu lassen, mit der Zahl der angewendeten Proben zunimmt, ist ebenfalls eine immer wieder betonte Tatsache. Wie stark die Methodik von Einfluß auf die Prozentzahlen der Farbenblinden ist, zeigen die Angaben von *Thier*[31], der mit dem *Hess*schen Apparat untersuchte und zweifellos, namentlich bei den Frauen, umgekehrt viel zu hohe Prozentzahlen erhielt.

Hierzu kommt bei der Beurteilung der einzelnen Typen die noch keineswegs übereinstimmende Deutung auch der Anomaloskopbefunde. In dieser Hinsicht ist die Lektüre neuerer Arbeiten sehr lehrreich.

Sie zeigt, abgesehen von gelegentlicher Mißdeutung der Bezeichnungen Rotblind und Grünblind im Sinne von Defekten nur für Rot oder Grün, eine Unsicherheit in der Bewertung auch der Befunde selbst, welche bei einer Reihe von Untersuchungen die Einteilung in die Unterklassen der angeborenen Farbenuntüchtigen nur sehr bedingt richtig erscheinen läßt.

Man hat wohl meist für Männer etwa 4% Dichromaten und etwa ebensoviel Prozent anomale Trichromaten gerechnet, während bei den Frauen ein Durchschnitt von insgesamt etwa 0,4% Farbenuntüchtigen angenommen zu werden pflegt.

Wie aber aus den vorstehenden Ausführungen zu entnehmen ist, stehen diese Angaben doch mehr oder weniger noch in der Luft; jedenfalls fehlen noch wirklich zuverlässige Unterlagen für Aufstellung der Prozentsätze der einzelnen Typen angeborener Farbensinnstörungen. Es ergeben sich somit gewisse Forderungen, die an eine, dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens über die angeborenen Farbensinnstörungen entsprechende Untersuchung zu stellen sind. Sie lassen sich in folgender Weise präzisieren:

1. Es muß eine möglichst große Zahl von Individuen untersucht worden sein, und zwar von ungesiebtem, d. h. nicht ausgewähltem Material.

2. Es müssen mit den angewandten Proben möglichst alle Farbenuntüchtigen, d. h. auch die anomalen Trichromaten, erfaßt werden können.

3. Es soll eine sichere Differenzierung nach den einzelnen Typen der Farbensinnstörungen möglich sein.

Da eine sichere Erfassung aller angeboren Farbenuntüchtigen nur mit spektralen Untersuchungsmethoden möglich ist, wäre streng genommen die Forderung zu stellen, daß auch bei Massenuntersuchungen ein derartiges Verfahren zur Anwendung gelangt. Das ist aber wegen der übermäßigen Beanspruchung der Zeit des Untersuchers und zum Teil auch der zu Untersuchenden absolut undurchführbar. Wir sind also darauf angewiesen, bei Massenuntersuchungen uns wie bisher irgendwelcher Pigmentproben zu bedienen. Es erhebt sich daher hier die Frage, ob nicht eine einfache klinische Pigmentprobe genügende Sicherheit zur Erfassung aller Farbenuntüchtigen bietet. Nach den Untersuchungen von *Schiötz* soll das Täfelchen von *Cohn* am besten hierzu geeignet sein, alle anderen Proben lassen nach diesem Autor Farbenblinde durchschlüpfen, so *Nagels*, *Stillings*, *Daaes* Tafeln, *Holmgrens* Wollproben. Über den Ishihara-Test äußern sich sowohl *Schiötz* wie *Clark*[3] und Meisling[17] sehr günstig, aber es fehlt hier noch an Untersuchungen mit dieser Tafel im Vergleich zu den anderen Proben. *Es fehlen überhaupt noch Statistiken, die angeben, ob und wieviel Prozent*

Farbenuntüchtige bei ungesiebtem Material bei den einzelnen modernen Pigmentproben durchschlüpfen und die in Ergänzung dazu die Resultate und Ergebnisse am Anomaloskop berücksichtigen. Vergleiche einzelner Proben untereinander sind nur von *Franke*[8], *Piesbergen*[21], *Rosmanit*[23] und *Vierling*[36] angestellt worden, nämlich für die Pigmentproben von *Nagel*, *Stilling* und *Cohn*.

Die in den letzten zwei Jahren an der Basler Augenklinik untersuchten Farbenuntüchtigen wurden deshalb alle an Hand folgender Proben geprüft:

1. *Ishiharas* Test for colour-blindness.
2. *Stillings* Pseudoisochromatische Tafeln.
3. *Cohn*sches Täfelchen.
4. *Schaaffs* Tableaux mosaiques.
5. *Nagels* Tafeln zur Prüfung des Farbenunterscheidungsvermögens.
6. *Nagels* Anomaloskop.
7. Zum Teil mit *Wölfflins* Tafeln mit Umschlagfarben.

Beim Vergleich der Resultate der einzelnen Prüfungsmittel hat sich dabei ergeben, daß nicht einer der Farbenuntüchtigen, der am Anomaloskop als nicht normal befunden wurde, den Ishihara-Test fehlerfrei bestehen konnte, bzw. daß bei allen Farbenuntüchtigen eine Störung am Ishihara-Test ebenso sicher zum Ausdruck kam wie bei der Anomaloskopprüfung.

Da das Ergebnis so sehr zugunsten der Tafeln von Ishihara ausfiel, ergab sich die Aufgabe, diese Feststellung noch weiter zu erhärten, und bei dieser Gelegenheit eine möglichst exakt durchgeführte statistische Untersuchung nicht nur bezüglich der Häufigkeit der Farbenuntüchtigen im allgemeinen, sondern auch der einzelnen Typen vorzunehmen.

Unter diesem Gesichtspunkte sind von mir Untersuchungen an den verschiedenen Basler Schulen während des Wintersemesters 1926/27 ausgeführt worden. Sie wurden mir durch das Entgegenkommen des Vorstehers des Erziehungsdepartementes Basel-Stadt, Herrn Regierungsrat Dr. *Hauser*, und des Schularztes, Herrn Professor Dr. *Villiger*, welchen Herren ich an dieser Stelle den wärmsten Dank zum Ausdruck bringen möchte, ermöglicht. Auch den Herren Rektoren und Lehrern der Basler Schulen, die durch ihre Unterstützung die Untersuchung gefördert haben, sei an dieser Stelle bestens gedankt.

Die Untersuchung umfaßte 2000 Knaben im Alter von zehn bis sechszehn Jahren und 3000 Mädchen im Alter von zehn bis neunzehn Jahren. Von klinischen Proben wurden bei der Prüfung in den Schulklassen verwendet:

1. Die Tafeln von *Ishihara* vom Jahre 1917.
2. Das *Cohn*sche Hakentäfelchen.

3. Die Tafeln der Gruppen X und XI von *Stillings* pseudoisochromatischen Tafeln, 17. Auflage.

Die letzte Probe wurde in der Absicht vorgelegt, Gelbblausinnstörungen damit eruieren zu können, da bisher außer dieser Pigmentprobe keine andere existiert, um diese Störungen zu erfassen. Es sei aber gleich an dieser Stelle bemerkt, daß wir in keinem Falle Gelegenheit hatten, an Hand dieser Tafeln eine Störung des Gelbblausinnes nachzuweisen.

Um auch etwa vorhandene einseitige angeborene Farbensinnstörungen festzustellen, ließ ich auf den *Cohn*schen Täfelchen einzelne Haken neben der doppeläugigen Betrachtung auch einäugig angeben. Anhaltspunkte für eine einseitige Farbensinnstörung bei dieser Untersuchung haben sich bei keinem einzigen Falle feststellen lassen.

Die Schüler wurden klassenweise untersucht nach einem Schema, das Aufschluß gab über:

1. Stärke der Klasse insgesamt.
2. Name, Adresse und Alter der an den einzelnen Proben gestrauchelten Schulkinder.
3. Notiz über das Bestehen der vorgelegten Proben (richtiges Lesen [+], falsches oder Nichtlesen einer oder mehrerer Tafeln [—]).
4. Anzahl der Farbenuntüchtigen in einer Klasse.

Die Untersuchung in der Klasse hatte möglichst rasch zu geschehen, d. h. bei den einzelnen Kindern wurde nicht lange verweilt (ca. 1 Minute). Alle, die auch nur zögerten, wurden einer Nachuntersuchung in der Augenklinik unterzogen. Deshalb befanden sich, wie die Anomaloskopuntersuchung ergab, unter den Herausgesuchten auch eine Anzahl „Normaler". Es wurden also eher zu viele auf Farbensinnstörung Verdächtige ausgewählt und einer Nachuntersuchung unterworfen, um ein sicheres Resultat zu erhalten. Unter diesen „Normalen" befindet sich ferner eine ziemliche Anzahl Schüler, die nur an den *Stilling*schen Tafeln X und XI gestrauchelt waren und die anderen Pigmentproben schon in der Klassenuntersuchung glatt bestanden, was begreiflicherweise die Menge der „normalen" Nachuntersuchten beträchtlich erhöhte. Diese Normalen dürfen also nicht durchweg als auf den Ishihara und Cohn hin gestrauchelt angesehen werden, ich führe sie deshalb auch in der folgenden Tab. 3 besonders an.

Ferner wurden alle diejenigen in der Klinik nachuntersucht, die eine schlechte Sehschärfe und Nystagmus aufwiesen zur Eruierung von etwa vorhandener totaler Farbenblindheit.

Die Nachuntersuchung in der Klinik geschah mit folgenden Proben bei Tageslicht:

1. Stilling.
2. Ishihara.
3. Cohn.

4. Schaaff.
5. Wölfflin.
6. Nagel.
7. Anomaloskop von Nagel (Modell II) a) mit Gaslicht, b) mit elektrischem Licht.

Die Untersuchungen haben zu folgenden *Resultaten* geführt (siehe Tab. 3):

Tabelle 3.

	Knaben	Mädchen
A. *Untersuchungen in der Schulklasse:*		
Gesamtzahl	2000	3000
Zahl der an den vorgelegten Proben gestrauchelten Schüler	185	40
a) davon Nichtbestehen von Cohn	156	10
b) Nichtbestehen von Ishihara	175	38
c) Nichtbestehen von Stilling (Gruppe X und XI)	20	11
B. *Nachuntersuchungen in der Augenklinik:*		
a) Zahl derjenigen, die am Anomaloskop als nicht normal befunden wurden	159	13
b) Zahl derjenigen, die in der Schule am Ishihara strauchelten, aber am Anomaloskop als normal befunden wurden	20	22

Methodik der Untersuchung am Anomaloskop*.

Die Einteilung der einzelnen Typen der Farbenuntüchtigen an der Hand der eingestellten Gleichungen am Anomaloskop geschah nach folgenden Grundsätzen, die sich an die *Köllner*schen Vorschriften anlehnen.

1. Als Dichromaten werden solche bezeichnet, die beide Gleichungen Rot = Gelb und Grün = Gelb bei entsprechender Helligkeitseinteilung glatt annehmen (Rot = 90, Grün = 0 Teilstriche auf der linken Trommel).

Die Unterscheidung auf Protanope und Deuteranope geschieht lediglich auf Grund des Helligkeitsverhältnisses, d. h. der Protanope,

* Da es von dem benutzten Apparat, dem Gasdruck und damit der Temperatur des Auerbrenners, bei elektrischer Lichtquelle von der Netzspannung und damit der Qualität des Glühlampenlichtes abhängt, welche Zahlen bei den einzelnen Typen am Anomaloskop zur Ablesung gelangen, so haben die folgenden Angaben, die sich auf unseren Apparat mit Gaslicht beziehen, nur bedingten Wert. Sie seien aber trotzdem als Anhaltspunkt dafür, wie die Klassifizierung, namentlich der beiden Untertypen der Dichromaten und Anomalen erfolgt, hier angegeben.

	Mischspalt	Na-Spalt
Normaler	60—66	20 —18
Protanoper	90	5 — 3,5
	0	90 —65
Deuteranoper	90	17 —10
	0	60 —25
Protanomaler	69—76	13,5— 6
Deuteranomaler	15—61	50 —21

stellt ein für den Normalen viel zu dunkles Gelb ein, der Deuteranomale ein etwa gleich helles.

2. Als extrem anomale Trichromaten werden solche bezeichnet, die von ihrer Endgleichung aus (für extrem Rotanomale ist [rein] Rot = Gelb, für extrem Grünanomale ist [rein] Grün = Gelb die Endgleichung) bis etwa zur Rayleighgleichung des Normalen Gleichungen zwischen Mischlicht und homogenem (Na-) Licht bei entsprechendem Helligkeitsausgleich erhalten; darüber hinaus waren Gleichungen meist nur bei stärkerer Ermüdung möglich.

3. Als anomale Trichromaten schlechthin gelten solche Personen, bei denen die Gleichungen bei einem Mischungsverhältnis des binären Lichtes innerhalb eines begrenzten Bezirkes oberhalb (d. h. mehr Rot: Protanomale) oder unterhalb (d. h. mehr Grün: Deuteranomale) der Rayleighgleichung des Normalen liegen.

Die Resultate, wie sie auf Grund dieser Einteilung bei den Anomaloskopuntersuchungen erzielt worden sind, gibt Tab. 4.

Tabelle 4.

	Knaben	Mädchen	Knaben %	Mädchen %
Gesamtzahl der Nachuntersuchten .	185	40	9,25	1,33
Protanope	32	3	1,6	0,1
Deuteranope	30	—	1,5	—
Protanomale	9	—	0,45	—
Deuteranomale	78	9	3,9	0,3
Extrem Protanomale	3	—	0,15	—
Extrem Deuteranomale	7	1	0,35	0,033
„Normale“	26	27	—	—
Gesamtzahl der Farbenuntüchtigen .	159	13	7,95	0,433

Erörterung der Resultate der Untersuchungen am Anomaloskop:

Knaben: Der durch unsere Untersuchungen ermittelte *Hundertsatz farbenuntüchtiger Knaben von 7,95%* liegt tiefer als die von *Schiötz*[26] (10%) und *Schwartz*[28] (15%, 17%) gefundenen Prozentzahlen. Die Rasse und die Art der Bevölkerung mögen hier also eine Rolle spielen.

Die anderen größeren Statistiken ergaben niedrigere Prozentzahlen, auch diejenigen, die mit ihrer Methodik die Anomalen zu erfassen angeben. Von einem Vergleich mit den Statistiken über ausgewähltes Material muß natürlich abgesehen werden.

Um eine Vorstellung davon zu geben, wie bei kleineren Zahlen der Untersuchten die Häufigkeit der angeborenen Farbensinnstörungen schwanken kann, gebe ich in der nachfolgenden Tab. 5 die nacheinander

gefundenen Verhältniszahlen von hundert zu hundert der untersuchten Knaben.

Tabelle 5.

1.	Hundert:	11	Farbenuntüchtige	11.	Hundert:	7	Farbenuntüchtige
2.	„	7	„	12.	„	8	„
3.	„	11	„	13.	„	9	„
4.	„	7	„	14.	„	5	„
5.	„	7	„	15.	„	7	„
6.	„	6	„	16.	„	8	„
7.	„	11	„	17.	„	6	„
8.	„	10	„	18.	„	10	„
9.	„	6	„	19.	„	7	„
10.	„	8	„	20.	„	8	„

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß für die einzelnen Hunderter die prozentuale Häufigkeit zwischen 5 und 11% schwankt (im Maximum also ±3%). Es zeigt dieses die bekannte Tatsache, daß die Untersuchung einer möglichst großen Zahl unbedingt nötig ist. Untersuchungen, die sich auf eine kleinere Zahl als Tausend erstrecken, können deshalb wohl kaum Anspruch auf Zuverlässigkeit erheben. Da aber heute auch eine Unterscheidung nach den einzelnen Untertypen geboten ist, so bedarf es, um die prozentualen Verhältnisse von diesen einigermaßen zuverlässig ermitteln zu können, einer erheblich höheren Zahl der untersuchten Personen. Deshalb können auch die von uns ermittelten prozentualen Verhältnisse der einzelnen Typen noch keineswegs als endgültig angesehen werden.

Wenn man unter der hier gemachten Einschränkung die *prozentuale Verteilung der verschiedenen Gruppen* betrachtet, so ist zu ersehen, daß die Deuteranomalen bei den Männern den Hauptanteil bilden, nämlich 3,9%. *Seidel* findet, wie aus Tab. 2 ersichtlich ist, 2,4%, *Schwartz* 7,7% und 8,8%, *Vierling* 4,8%, *Rosmanit* (bei gesiebtem Material) 13%, *Piesbergen* (bei gesiebtem Material) 3,6%. In weiten Abständen folgen die Gruppen der Dichromaten, und zwar die Protanopen mit 1,6%, die Deuteranopen mit 1,5%. Die letzten drei Untergruppen machen nach unseren Untersuchungen nur geringe Prozentsätze aus, nämlich Protanomale 0,45%, extrem Deuteranomale 0,35%, extrem Protanomale 0,15%.

Wenn man die Prozentzahlen der Protanopen und Deuteranopen mit Angaben aus früheren Statistiken vergleicht, ersieht man, daß alle Autoren mit Ausnahme von *Vierling*, *Schwartz* und *Crocco* einen höheren Prozentsatz von Deuteranopen fanden.

Die Protanomalen bilden bei den meisten Autoren einen bedeutend höheren Prozentsatz als wir ermittelt haben (Protanomale: Deuteranomale 1:3 bis 1:10). Worauf dieses zurückzuführen ist, kann ich nicht entscheiden. Vielleicht beruht es darauf, daß das Helligkeits-

verhältnis bei der Einstellung der Gleichungen am Anomaloskop nicht genügend berücksichtigt worden ist.

Die letzten zwei Gruppen, die extrem anomalen Trichromaten, lassen nicht gut einen Vergleich mit früheren Statistiken zu, da diese Unterscheidung erst vereinzelt und dann nur an gesiebtem Material (*Rosmanit*, *Verrey*) durchgeführt wurde. Früher wurden eben diese Gruppen stets zu den Anomalen geschlagen und als „Anomale mit großer Einstellungsbreite" bezeichnet. Die Angaben darüber sind daher recht lückenhaft. Nach ihrem Verhalten am Anomaloskop kann man aber diese Gruppen durchweg als einen eigenen Typ von Farbensinnstörung herauslesen, da sie sich sowohl von anomalen Trichromaten wie von Dichromaten deutlich unterscheiden, besonders auch in bezug auf die Tafelproben, worauf ich noch später eingehen werde*.

Insgesamt würden sich also nach unseren Untersuchungen bei Männern folgende Relationen ergeben:

Dichromaten : Anomalen = 1,00:1,56,
Protanopen : Deuteranopen = 1,06:1,00,
Protanomale : Deuteranomalen = 1,00:8,66.

Mädchen: Das Resultat der Nachuntersuchung von 40 Mädchen, die unter 3000 bei der Klassenuntersuchung die Proben nicht ganz einwandfrei bestanden hatten, ergab uns 13 Farbensinngestörte, also eine *Häufigkeit der Farbenuntüchtigkeit bei Frauen von 0,43%*. Beim Vergleich dieser Ziffer mit den von anderen Autoren eruierten ergibt sich für uns Übereinstimmung mit der Statistik von *Vogt-Klainguti*[37], welche 0,45% fanden. Die anderen Autoren berechnen die Häufigkeitsziffer höher (*Schiötz* 0,91%, *Thier* 7,1%!). Es ist möglich, daß diese Diskrepanz auch wie bei den Männern mit von Rasseeigentümlichkeiten abhängt, da die Statistik *Vogt-Klainguti*, die ungefähr einen ähnlichen Prozentsatz wie unsere Untersuchung ergab, ebenfalls in Basel gemacht wurde. Auch spielen hier vielleicht noch andere Faktoren mit (s. unten). Bei der geringen absoluten Zahl farbenuntüchtiger Mädchen hat es keinen Zweck, die Häufigkeit der Farbensinnstörungen von hundert zu hundert Untersuchten wie bei den Knaben anzugeben. Wenn man hingegen das Ergebnis auf je 1000 Mädchen betrachtet, so zeigt sich folgendes (Tab. 6).

Tabelle 6.

1. Tausend:	4	Farbenuntüchtige
2. „	3	„
3. „	6	„

* Die neuen Untersuchungen von *Engelking* (Heidelberger Bericht 1927 und Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 78. Beilageheft, S. 209) sprechen allerdings dafür, daß die geringe Farbenunterschiedsempfindlichkeit, die zu der großen Einstellungsbreite Veranlassung gibt, vielleicht erst etwas Sekundäres ist und nicht unbedingt zum Wesen der anomalen Trichromasie zu gehören braucht.

Der Prozentsatz ist also, auch wenn man ihn auf Tausend berechnet, recht bedeutenden Schwankungen unterworfen. Um daher einen möglichst zuverlässigen Schluß auf das Häufigkeitsverhältnis der farbenuntüchtigen Frauen ziehen zu können, ist hier noch viel mehr als bei den Knaben eine möglichst große Anzahl Untersuchter notwendig. Meiner Ansicht nach wäre erst eine Anzahl von 10000 Mädchen genügend. Da die Zahl der Schülerinnen der betreffenden Altersklassen in Basel aber nicht größer war, war es nicht möglich, so viele Mädchen zu prüfen. Auch hier sind also weitere Untersuchungen dringend nötig, um einen sicheren Schluß auf das Prozentverhältnis zu ziehen.

Noch unsicherer muß natürlich das Urteil bezüglich der Häufigkeit der einzelnen Typen ausfallen. Immerhin zeigt sich auch bei den Mädchen ein starkes Überwiegen der Deuteranomalen mit 0,3%, d. h. $^2/_3$ aller farbenuntüchtigen Mädchen sind Deuteranomale. Bemerkenswerterweise konnten wir unter den 13 farbenuntüchtigen Mädchen auch 3 Protanope feststellen, eine Beobachtung, die bisher noch nicht mitgeteilt wurde. Wohl machen einige Autoren wie *Schiötz* und *Vogt-Klainguti* Angaben über das Verhältnis der einzelnen Untertypen, unterscheiden aber nur ganz grob Dichromaten und anomale Trichromaten oder geben nur Daten, welche eine Differentialdiagnose in dieser Richtung nicht gestatten. Deuteranopie sowie Protanomalie konnten wir bei den Mädchen in keinem Falle feststellen, wohl aber einen Fall von extremer Deuteranomalie.

Ein Vergleich mit der prozentualen Häufigkeit in älteren Statistiken ist aus den wiederholt angeführten Gründen kaum möglich.

Die Häufigkeit der Farbenuntüchtigkeit beim Manne beträgt nach unseren Erhebungen also ca. 8% (genau 7,95%), diejenige beim Weibe 0,43%. Von *Danforth*[5] wurde ein Verhältnis $4:0{,}4 = 10:1$ bei Mann und Frau angegeben, nach unseren Untersuchungen finden wir aber 18:1. Da Farbenuntüchtigkeit geschlechtsgebunden vererbt wird, sollten sich nach *Danforth* bei 4% farbenuntüchtigen Männern nur 0,16% farbenuntüchtige Frauen ergeben. Auch *Schiötz* findet ein Häufigkeitsverhältnis von 10:1 bezüglich Männern und Frauen; er berechnet rein theoretisch aus der Häufigkeit der farbenuntüchtigen Männer die in der Population vorhandenen Konduktorinnen und daraus die wahrscheinliche Häufigkeit farbenuntüchtiger Frauen. Er kommt dabei auf die Formel $z = \frac{x^2}{100}$, wobei z die Zahl der farbenuntüchtigen Frauen, x die Zahl der farbenuntüchtigen Männer bedeutet. Aus dieser Formel ergibt sich, daß z. B. 10% farbenuntüchtigen Männern 1% farbensinngestörte Frauen entsprechen, was genau mit der von *Schiötz* gefundenen Zahl übereinstimmt. Ähnlich hat auch *Fueter*[9] 1922 eine mathematisch-

statistische Berechnung angestellt, bei der er zu gleichen Ergebnissen kommt. In der folgenden Tabelle sind die von ihm für verschiedene Prozentzahlen farbenuntüchtiger Männer ausgerechneten Werte zusammengestellt.

Tabelle 7.

Auf 25%	farbenunt.	Männer	37,50%	Konduktorinnen	6,25%	farbenunt.	Frauen
„ 20%	„	„	32,00%	„	4,00%	„	„
„ 15%	„	„	25,50%	„	2,25%	„	„
„ 10%	„	„	18,00%	„	1,00%	„	„
„ 8%	„	„	14,72%	„	0,64%	„	„
„ 6%	„	„	11,28%	„	0,36%	„	„
„ 4%	„	„	7,68%	„	0,16%	„	„

Daraus geht hervor, daß, wenn die Zahl farbenuntüchtiger Männer größer oder kleiner als 10% ist, das Verhältnis 10:1 nicht mehr gewahrt wird. Der von uns gefundene Wert von 8% farbenuntüchtiger Männer würde deshalb etwa 0,64% farbenuntüchtigen Frauen entsprechen. Die gefundene Zahl beträgt aber nur 0,43%. Es besteht also diesbezüglich eine gewisse Diskrepanz. Vielleicht beruht dieses auf der unzureichenden Zahl untersuchter Frauen. Daß aber der Grund nur hierin liegt, ist deshalb nicht wahrscheinlich, weil auch *Vogt* und *Klainguti* am gleichen Ort, wie bereits bemerkt, zu dem gleichen Prozentsatz kamen. Allerdings untersuchten diese Autoren in der Schule nur mit den Stillingschen Tafeln.

Resultate der Nachprüfungen mit Pigmentproben.

Methodik: Die Nachuntersuchungen mit Pigmentproben wurden bei gutem Tageslicht in der geforderten durchschnittlichen Distanz von ca. 40 cm nach einem Schema durchgeführt, das uns gestattete, nicht nur das positive oder negative Bestehen einer Probe, sondern auch typische Fehler (was bei der Ishiharaprobe z. B. sehr wichtig ist) zu vermerken. Die Resultate bei den einzelnen Proben waren folgende:

I. Stilling (17. Auflage 1926):

Die Registrierung der Resultate geschah nach Vorschrift, indem auf „Lesen" oder „Nichtlesen" der Ziffern geachtet wurde, auch langsames Lesen der Zahlen wurde als nicht bestanden vermerkt.

Die Resultate sind in der folgenden Tab. 8 zusammengestellt. Die Zahlen geben an, wieviel Prozent der einer bestimmten Untergruppe zugehörigen Schüler an der betreffenden Probe gestrauchelt sind*.

* Diese Prozentzahlen haben natürlich bei der in mancher Gruppe kleinen absoluten Zahl der Untersuchten nur geringe Bedeutung. Ich ziehe es aber doch vor, die Prozentzahlen und nicht die absoluten in dieser und den folgenden Tabellen anzugeben, zumal die Umrechnung auf die absoluten Zahlen ja an der Hand der Tab. 4 jederzeit möglich ist, weil so ein anschaulicher Vergleich der einzelnen Typen untereinander und ihr verschiedenartiges Verhalten gegenüber den einzelnen Proben gegeben ist.

Tabelle 8. *Lesbarkeit der Stillingschen Tafeln*.*

Gruppe	I		II				III		IV		V				VI			VII		VIII		IX		X		XI		XII	XIII	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	32
D.A. . . . . ♂	22	27	82	81	83	82	15	10	69	71	78	79	77	74	81	81	86	74	74	87	91	6	2	1	1	1	6	100	—	
E.D.A. . . . ♂	57	86	100	100	100	100	—	–	86	86	100	100	100	100	86	86	86	86	86	100	100	—	—	—	—	—	—	100	—	
D. . . . . ♂	43	43	100	96	96	100	23	16	77	83	90	90	83	93	100	96	100	93	96	100	96	7	7	3	3	16	33	100	—	
P.A. . . . . ♂	–	—	100	100	100	89	44	44	100	100	100	100	100	100	100	78	100	100	100	100	100	11	11	—	—		—	100	—	
E.P.A. . . . ♂		—	100	100	100	100	66	33	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	66	66	—	—	—	—	—	—	100	—	
Pr. . . . . ♂	3	3	94	94	94	94	72	72	97	97	97	97	97	84	90	90	94	97	97	94	90	—	3	—	—	6	6	100	—	
N. . . . . ♂	4	4	19	15	11	15	8	8	15	15	15	15	15	19	15	15	19	19	19	19	11	4	8	4	4	11	15	100	—	
N. . . . . ♀	4	4	15	15	15	15	—	—	15	15	15	15	15	15	26	15	19	15	11	19	26	—	—	—	—	7	15	100	—	
D.A. . . . . ♀	–	—	56	56	56	56	11	11	78	78	78	78	78	78	78	89	78	78	78	78	78	—	—		—	—	–	100	—	
E.D.A. . . . ♀	—	–	100	100	100	100	—	—	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	—	—	—	—	—	–	100	–	
Pr. . . . . ♀	—	—	100	100	100	100	66	66	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	—	—	—	—	—	—	100	—	

Verwendete Abkürzungen:

D.A. = Deuteranomal
E.D.A. = Extrem Deuteranomale
D. = Deuteranope
P.A. = Protanomale
E.P.A. = Extrem Protanomale
Pr. = Protanope
N. = „Normale“

* Die Zahlen geben an, wieviel Prozent jeweils die betr. Tafel *nicht* lesen konnten.

Diskussion der Tabelle 8.

A. *Männer:* 1. Kein einziger, auch nicht die normalen, konnte die Tafeln Gruppe XII lesen, trotzdem diese für Farbenuntüchtige bestimmt ist (sie soll von Farbenuntüchtigen gelesen werden können).

2. Die Grünblinden, extrem Grünanomalen und Grünanomalen hatten durchweg mehr Schwierigkeiten im Lesen der Tafeln Gruppe I.

3. Die Rotblinden, extrem Rotanomalen und Rotanomalen dagegen hatten durchweg mehr Schwierigkeiten im Lesen der Tafeln Gruppe III.

4. Die Tafeln der Gruppe II und IV—VIII wurden von allen Typen ungefähr gleich schlecht gelesen. Am wenigsten strauchelten hier die Deuteranomalen.

5. Die Tafeln der Gruppen IX, X und XI wurden von den meisten Farbenuntüchtigen glatt gelesen, ebenso die Simulantenentlarvungsgruppen XIII und XIV.

6. Unter den 26 „Normalen", die hauptsächlich wegen Nichtbestehens von Tafeln der Gruppe X und XI in der Schule einer Nachuntersuchung unterzogen wurden, fand ich hauptsächlich Schwierigkeiten im Lesen der Tafeln II, V, VI, VII und VIII; eine gewisse Gesetzmäßigkeit konnte ich in den Resultaten bei den (am Anomaloskop) Normalen nicht herausfinden, im Gegenteil, sie lasen alle Proben bis und mit Gruppe XII recht schlecht; ich glaube daher, die Mehrzahl von ihnen als Farbendumme bezeichnen zu können.

7. Unter sämtlichen 159 Farbenuntüchtigen, die ich untersuchte, entgingen 5 (4 Deuteranomale und 1 Protanoper) der Stillingschen Probe vollkommen, wenn man von Gruppe XII absieht, die aber, wie oben angeführt, von keinem einzigen gelesen wurde.

B. *Frauen.*

Leider ist hier das Material von 13 Farbenuntüchtigen viel zu klein, um sichere Schlüsse zu ziehen.

1. Die Rotblinden, extrem Rotanomalen und Rotanomalen lasen hier ebenso typisch wie die Männer: sie haben auch Schwierigkeiten oder Unmöglichkeit die Tafeln der Gruppe III zu lesen.

2. Die extrem Grünanomalen und Grünanomalen lasen im Gegensatz zu den Männern die Gruppe I.

3. Die Deuteranomalen machen auch hier am wenigsten Fehler, weisen sie doch in der Tabelle die geringste Prozentzahl auf.

4. Ein deuteranomales Mädchen entging bei der Stillingschen Prüfung ganz, wenn man von Gruppe XII absieht, die auch bei den Frauen von niemand gelesen wurde.

5. Von den 27 Normalen, die ich noch einer Nachuntersuchung unterzog, bestanden 13 diese glatt an Stillings Tafeln, die übrigen scheiterten ziemlich gleichmäßig stark an den Proben der Gruppen I, II,

IV—VIII, so daß sich keine Schlüsse daraus ziehen lassen, auch nicht im Vergleich mit den Prozentzahlen der normalen Männer.

Die Stillingsche Probe kann also, wenn man diese Resultate überblickt, als eine nur sehr bedingt sichere Probe betrachtet werden, da sowohl unter den Knaben wie unter den Mädchen Farbenuntüchtige bei ausschließlicher Prüfung mit dieser Probe durchgeschlüpft wären. Vor allem betrifft dies die Deuteranomalen. Selbst ein protanoper Knabe bestand die Stillingsche Probe.

Gelbblaublindheit soll mit den Tafelgruppen X und XI, die den Engelkingschen Tafeln nachgebildet sind, eruiert werden können. Unter sämtlichen Nachuntersuchten, die in der Schule an dieser Probe strauchelten, fand sich jedoch kein einziger, der das einer Gelbblausinnstörung entsprechende Verhalten am Anomaloskop zeigte (Einstellung einer Gelbblaugleichung). Zudem wurden die fraglichen Gruppen X und XI bei der Nachuntersuchung sowie alle anderen Pigmentproben glatt bestanden und nach *Hering*, *Cohn* und *Köllner*[21] soll ja mit einer Gelbblausinnstörung auch stets eine Störung im Rotgrünsinn gekoppelt sein. Das Nichtbestehen an den Tafeln der Gruppe X und XI beweist also noch nicht das Vorliegen einer Störung des Gelbblausinnes.

II. Ishiharas Test for Colour Blindness (Ausgabe 1917).

Die Registrierung der Resultate geschah in dem Sinne, daß jeweils auf den Protokollen bemerkt wurde, ob eine Tafel gelesen wurde oder nicht, und wenn falsch, die Angabe des Untersuchten notiert wurde. Ich gebe die Ergebnisse ebenfalls in Form einer Tabelle (9) wieder; die Zahlen bedeuten wiederum, wie bei Tab. 8, gesichtet nach den einzelnen Typen die Prozentsätze der Farbenuntüchtigen, die entweder eine Tafel nicht oder falsch lasen.

Diskussion der Tabelle 9.

A. *Männer:*

Taf. 1. Wurde von allen gelesen.

Taf. 2. Ishihara gibt an, von Farbenuntüchtigen werde hier 3 statt 8 gelesen. Diese Angabe trifft auch zu, da mit dem Grad der Farbensinnstörung* zunehmend häufig hier 3 gelesen wird, am wenigsten von Protanomalen und Deuteranomalen, am meisten von Deuteranopen (97%) und Protanopen (81%). Eine andere falsche Zahl als 3 ist nie gelesen worden.

Taf. 3. Wird nach *Ishihara* von Farbenuntüchtigen unter Umständen als 5 gelesen statt 6. Meine Beobachtungen bestätigen das, nur von einigen Deuteranomalen wurde 3, 8 oder 4 gelesen, was

* Dieser Ausdruck soll nur der Kürze halber verwendet werden.

Tabelle 9. *Lesbarkeit des Ishihara Test*.*

Tafel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12a	12b	13a	13b	14	15	16
D.A.. . ♂	—	52	84	99	95	67	78	96	95	—	—	9	77	6	72	96	95	7
E.D.A. ♂	—	71	100	100	86	86	100	100	100	—	—	—	100	—	100	100	100	—
D. . . . ♂	—	97	100	100	100	100	97	100	100	—	—	3	97	3	97	100	100	—
P.A.. . ♂	—	44	100	100	100	100	100	100	100	—	—	55	67	55	78	100	100	—
E.P.A. ♂	—	66	100	100	100	100	100	100	100	—	—	66	33	66	33	100	100	—
Pr. . . ♂		81	94	100	100	97	97	100	100	—	—	72	28	78	25	97	97	—
N. . . ♂	—	8	15	26	35	4	11	31	26	26	23	—	11	—	8	15	19	65
N. . . . ♀	—	4	26	56	52	4	11	41	44	11	19	—	7	—	4	30	33	44
D.A.. . ♀	—	56	89	100	100	56	67	78	100	—	—	—	67	—	56	89	89	—
E.D.A. ♀	—	100	100	100	100	—	—	100	100	—	—	—	100	—	100	100	100	—
Pr. . . . ♀	—	100	100	100	100	100	100	100	100	—	—	100	—	100	—	100	100	—

auch als Fehler gerechnet wurde. Außer den Protanopen und Deuteranomalen haben alle anderen Untergruppen zu 100% 5 statt 6 gelesen.

Taf. 4. Ist nach *Ishihara* die sicherste Probe. Hier soll statt 5 von Farbenuntüchtigen 2 gelesen werden. In meinen Protokollen finde ich neben 3 auch mehrfach 8 als gelesen vermerkt. Außer 1% der Deuteranomalen haben alle anderen Farbenuntüchtigen hier 2 oder 8 gelesen.

Taf. 5. Farbensinngestörte sollen 21 statt 74 lesen. Die Resultate, die ich mit dieser Tafel hatte, sind auch, aber nicht ganz so gut wie mit Taf. 4, besonders wenn man die hohen Prozentsätze von Normalen betrachtet, die hier auch 21 statt 74 lesen.

Taf. 6 und *7.* Hier soll der Farbenuntüchtige keine Zahlen lesen; das trifft auch nach meinen Untersuchungen zu mit der Ausnahme, daß Deuteranomale hier nur zu 67% bzw. 78%, Protanope, Deuteranope und extrem Deuteranomale zu etwas höheren Prozentsätzen die Zahlen nicht lesen können.

Taf. 8 und *9.* Sollen das gleiche Resultat geben, nur noch stärker ausgesprochen, indem allein die Deuteranomalen hier und da richtig lesen konnten (5% und 4%); alle anderen versagen vollkommen.

Taf. 10 und *11.* Wird von allen gelesen, außer von den meisten Normalen.

* Die unter 12a sowie 13a angegebenen Prozentsätze beziehen sich jeweils nur auf die rechtsstehende Ziffer (6 und 2), die Prozentsätze für 12b und 13b dagegen auf die linksstehende Ziffer. — Die einzelnen Tafeln dieser Ausgabe stimmen mit der letzten (5.) im Farbenton nicht durchweg überein. Immerhin ist bis auf die Taf. 8 und 9 und 14 und 15 eine erheblichere Differenz in dieser Hinsicht nicht gegeben, so daß die Tafeln schon als angenähert gleichwertig behandelt werden können, soweit dies überhaupt bei verschiedenen Ausgaben von Tafelproben möglich ist.

Taf. 12a und *b*, *13a* und *b**. Soll nach *Ishihara* eine Differentialdiagnose von Grün- und Rotblinden ermöglichen. Jener soll nur die ziegelroten Ziffern (2 und 4), dieser nur die purpurnen (6 und 2) lesen. Nach meinen Erfahrungen trifft dies im allgemeinen zu, besonders für die Deuteranopen und Protanopen, wobei erstere mit 97% 2 und 4 nannten; letztere haben mit 72% bzw. mit 78% bloß die rechtsstehende Ziffer gelesen, aber nicht nur 6 und 2, sondern auch alle möglichen anderen Zahlen. Häufig wurde auch eine zweistellige aber falsche Zahl angegeben. Die Differenzierung ist also bei den Protanopen nicht mehr so klar möglich, aber immerhin mit einiger Sicherheit festzustellen, wenn man den zu Untersuchenden fragt, wo die Ziffer im Felde stehe, ob links oder rechts. Bei Deuteranomalen und extrem Deuteranomalen, besonders bei letzteren, läßt sich die Differenzierung wieder viel besser durchführen, da Deuteranomale nur 2 und 4 lesen, also zu 100% eine Differenzierung ermöglichen. Protanomale und extrem Protanomale verhalten sich ähnlich wie die Protanopen. Bei den Protanomalen habe ich sogar mehr Prozent gefunden, die die linksstehende Ziffer, also die für Grünblinde lesbare, lasen.

Taf. 14 und *15*. Hier soll der zu Untersuchende einer für ihn gleichfarbigen Schlangenlinie nachfahren. Wenn der Prüfling den blauen Punkten nachgeht oder keine Linie konstruieren kann, wird dies im negativen Sinne gebucht. Alle Untergruppen verhielten sich hier ungefähr gleich, doch konnten auch Deuteranomale und Protanope den Linien, die der Normale anstandslos sieht, zu einem geringen Prozentsatz folgen.

Taf. 16. Läßt den Normalen keine Schlangenlinie finden, hingegen fährt der Farbenuntüchtige mit Leichtigkeit den für ihn (wahrscheinlich) blauen Punkten nach. Diese Angabe *Ishiharas* konnte ich bestätigen mit Ausnahme eines geringen Prozentsatzes Deuteranomaler, die die Linie ebenfalls nicht fanden.

B. *Frauen:*

Taf. 1. Wurde von allen gelesen.

Taf. 2. Wurde mit Ausnahme einiger Deuteranomaler von allen falsch gelesen, nämlich als 3.

Taf. 3. Sie zeigte ähnliche Ergebnisse, bloß verrieten sich hier noch mehr Deuteranomale (89%), indem sie 5 lasen.

Taf. 4 und *5*. Ließ alle Untergruppen straucheln und 2 oder 8 sowie 21 nennen.

Taf. 6 und *7*. Zeigten extrem Anomale fähig, sie zu lesen, sowie einen beträchtlichen Prozentsatz Deuteranomaler, nur die Protanopen waren nicht imstande, hier Zahlen zu nennen.

* Vgl. Anmerkung zu Tab. 9.

Taf. 8. Wurde bloß von einigen Deuteranomalen erkannt, alle anderen sahen keine Zahl.

Taf. 9. Ließ keine einzige farbenuntüchtige Frau eine Zahl lesen.

Taf. 10 und *11.* Wurde glatt und rasch von allen gelesen.

Taf. 12a und *b*, *Taf. 13a* und *b.* Erlaubten hier eine ziemlich sichere Differenzierung, doch ist das verarbeitete Material noch zu gering.

Taf. 14 und *15.* Läßt wiederum einige Deuteranomale durchschlüpfen, Protanomale und extrem Deuteranomale können sich keine Linie konstruieren.

Taf. 16. Ließ alle Farbenuntüchtigen spielend eine Linie finden und ihr nachfahren.

„*Normale*" *Männer und Frauen*: Bei Betrachtung der Tabelle ergibt sich, daß solche auch an Taf. 2, 3, 4 und 5 straucheln und dort typisch dieselben Zahlen lesen können wie Farbenblinde. Hauptsächlich Frauen lesen Taf. 4 und 5 zu 56 bzw. 52% falsch; bei den Differenzierungstafeln 12 und 13 lesen einige auch nur die linksstehende Ziffer zu einem geringen Prozentsatz. Die letzten drei Tafeln werden auch von einer beträchtlichen Anzahl dieser sogenannten Normalen nicht bzw. falsch beurteilt.

Wenn man aus allen diesen Beobachtungen Schlüsse zieht, so ergibt sich:

1. Als diejenige Tafel, die am ehesten Sicherheit bietet, Farbenblinde erwischen zu können, muß Taf. 4 bezeichnet werden; so kamen mir mehrere Fälle von Deuteranomalie vor, die *nur* an dieser Probe falsche Angaben machten und die kontrollierende Anomaloskopuntersuchung gab diesem Befund immer recht.

2. Eine *Differenzierung* zwischen Rotblinden, extrem Rotanomalen und Rotanomalen einerseits und Grünblinden, extrem Grünanomalen und Grünanomalen andererseits läßt sich mit großer Wahrscheinlichkeit durchführen an Hand von Taf. 12 und 13, hingegen ist sie nicht absolut sicher. Eine Differenzierung zwischen den einzelnen Untergruppen ist möglich, setzt aber voraus, daß man das Gesamtresultat der Prüfung mit berücksichtigt, d. h. ob und wieviel Tafeln gelesen werden. Es läßt sich aus der Tabelle ersehen, daß meist graduell eine Steigerung im schlechten bzw. falschen Lesen von den Anomalen zu den Dichromaten besteht.

3. Nächst Taf. 4 ergab sich nach meinen Erfahrungen Taf. 3 als die zweitsicherste Probe zur Prüfung auf Farbensinnstörung.

Taf. 6 bis 9 zeitigten auch ganz gute Resultate, hingegen ist die dort angewandte Art der Prüfung den Stillingschen Tafeln nicht überlegen, über deren Genauigkeit ich mich schon geäußert habe. Die

Taf. 14—16 stellen an den Intellekt schon gewisse Ansprüche; ich konnte daher bei den Schulkindern aus unteren Klassen oft die Erfahrung machen, daß eine gewisse Schwierigkeit bestand, die gestellte Aufgabe zu begreifen; diese Tafeln sind daher für Massenuntersuchungen weniger geeignet, besonders auch, weil sie längere Zeit benötigen.

4. Frauen und Männer verhalten sich am Ishihara ähnlich. Ferner konnte ich die Erfahrung machen, daß im Durchschnitt von Frauen eine 3 leichter als 8 angesehen wird, auch 5 wird oft als 8 gelesen; diesem Umstande habe ich es denn auch zugeschrieben, daß bei den Schuldurchsuchungen hauptsächlich Mädchen an der Taf. 4 eine 8 statt 5 lasen, und die deshalb angestellte klinische Nachuntersuchung ergab normalen Farbensinn.

5. Auch Individuen mit normalem Farbensinn können am Ishihara hier und da typische Fehler wie Farbenblinde begehen.

6. *Zusammenfassend ergibt sich, daß der Ishiharatest nach unseren Untersuchungen anscheinend eine absolut sichere Probe zum Erfassen aller Farbenuntüchtigen ist.*

III. Cohnsche Hakentäfelchenprobe.

Diese Probe wurde unter denselben Bedingungen wie die vorigen durchgeführt. Ich ließ mir jeweils die Position von 3—4 Haken nennen, wenn solche überhaupt gesehen wurden. Die Ergebnisse, die ich mit dieser Probe hatte, sind folgende: Es haben die Cohnsche Probe nicht bestanden (Tab. 10):

Tabelle 10.

Von Deuteranomalen	♂	80%
„ extrem Deuteranomalen	♂	100%
„ Deuteranopen	♂	100%
„ Protanomalen	♂	89%
„ extrem Protanomalen	♂	100%
„ Protanopen	♂	88%
„ Normalen	♂	15%
„ Normalen	♀	11%
„ Deuteranomalen	♀	78%
„ extrem Deuteranomalen	♀	100%
„ Protanopen	♀	100%

Die Cohnsche Probe kann nach meinen Resultaten als eine ziemlich sichere Probe bezeichnet werden. Unter den Männern konnten extrem Deuteranomale, Deuteranope und extrem Protanomale sämtlich damit erfaßt werden. Die Deuteranomalen, Protanomalen und Protanopen konnten mit dieser Probe aber nicht alle eruiert werden, indem sie ganz oder doch teilweise richtige Angaben machten. So haben sie von

78	Deuteranomalen	5	ganz	bestanden, 8	teilweise richtig bestanden,
9	Protanomalen			1 „	„ „
32	Protanopen	2	ganz	bestanden, 2	„ „ „

Auch hier bilden also die Deuteranomalen diejenige Gruppe von Farbensinngestörten, die am ehesten durchwischen. Ähnliches gilt auch für die Protanomalen und Protanopen. Bei den Mädchen machte ich mit dieser Probe ähnliche Erfahrungen, indem auch hier Deuteranomale nicht durchweg erfaßt werden konnten (von 9 bestanden 3 die Probe ganz oder teilweise).

Wenn man aber das Verhalten der „Normalen" betrachtet, ergibt sich hier ein ziemlicher Prozentsatz sowohl bei Mädchen wie Knaben, die am Cohn Schwierigkeiten hatten; in einigen Fällen konnte ich beobachten, daß dieses Resultat mit Refraktionsanomalien zusammenhing, bei anderen spielte möglicherweise psychische Minderwertigkeit mit.

Schlußbetrachtung: Die Cohnsche Probe darf als eine gute Pigmentprobe angesprochen werden, da sich die meisten Farbenuntüchtigen mit Ausnahme eines geringen Prozentsatzes Anomaler und Protanoper damit eruieren lassen. Eine Möglichkeit der Differenzierung besteht nicht.

Ferner ist diese Prüfung ganz besonders von gutem Tageslicht abhängig. Mit dieser Probe allein darf also eine Prüfung nicht angestellt werden.

IV. Tableaux mosaiques pour la recherche du Daltonisme par E. Schaaff.

Diese Tafeln zeigen auf einem weißen Grunde Flecken von verschiedener Größe und Form, von denen mehrere, in der Verwechslungsfarbe gedruckte, insgesamt einen Landoltschen Ring zusammensetzende Flecke herausgefunden werden sollen. Im Sinne des Autors ließen wir uns von allen Nachuntersuchten sowohl die Ringe zeigen wie auch ihre Öffnungen. Es haben sich bei dieser Prüfung folgende Resultate ergeben (Tab. 11), wiederum umgerechnet in Prozent derjenigen, die die einzelnen Tafeln nicht lesen konnten.

Tabelle 11. *Lesbarkeit der Schaaffschen Tafeln.*

Tafel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe der Prozentzahlen
D. A. . . . ♂	4	90	22	18	81	84	67	37	23	4	632
E. D. A. . . ♂	14	100	57	14	100	100	100	71	71	43	670
D. . . . . ♂	10	100	70	30	96	96	83	73	46	40	644
P. A. . . . ♂	10	80	22	44	100	89	100	22	100	22	589
E. P. A. . . ♂	—	66	—	—	100	100	100	33	100	—	500
Pr. . . . . ♂	6	78	25	25	91	81	97	34	91	6	534
N. . . . . ♂	12	27	15	15	27	19	12	15	12	8	162
N. . . . . ♀	7	41	30	15	15	30	26	15	7	4	189
D. A. . . . ♀	22	67	22	11	89	89	56	44	—	11	415
E. D. A. . . ♀	—	100	—	—	100	100	100	100	—	—	500
Pr. . . . . ♀	—	66	—	—	100	66	100	—	100	—	432

Erörterung zu Tabelle 11.

A. *Knaben.*

Taf. 1. Läßt alle Untergruppen sich ungefähr gleich verhalten.

Taf. 2. Läßt in gewissem Sinne eine Differenzierung zwischen Rot- und Grünblinden und anomalen zu, indem die Grünblinden und -anomalen hier häufiger versagen als die Rotblinden und -anomalen.

Taf. 3. Ergab mir ein ähnliches Resultat wie Taf. 2, nur wurde sie durchschnittlich noch leichter gelesen als diese.

Taf. 4, 5 und *6.* Wurden von allen Untergruppen ungefähr gleich schlecht gelesen.

Taf. 7. Nach *Schaaff* soll diese zur Differenzierung dienen, weil Rotblinde und -anomale hier hauptsächlich Schwierigkeiten in der Entzifferung hätten. Meine Tabelle bestätigt diese Angabe bis zu einem gewissen Grade, hingegen fand ich einen nicht geringen Prozentsatz Grünblinder und -anomaler, die diese Tafel auch nicht lasen, extrem Deuteranomale strauchelten daran sogar zu 100%.

Taf. 8. Ist nach *Schaaff* auch eine Differenzierungstafel. Nach meinen Protokollen ergab sich, wie *Schaaff* angibt, daß Grünblinde und -anomale sie schlechter lasen als Rotblinde und -anomale, aber der Unterschied ist relativ klein. Deshalb kann meiner Ansicht nach auch diese Tafel zur Differenzierung nicht ausreichend verwertet werden.

Taf. 9. Ermöglicht in ziemlich eindeutiger Weise im Sinne des Autors eine Differenzierung zwischen Rot- und Grünblinden, indem vor allem Rotblinden mit Ausnahme von 3 Protanopen das Lesen dieser Tafel unmöglich war, während Grünblinde und -anomale mit Ausnahme der extrem Deuteranomalen diese relativ gut lesen konnten.

Taf. 10. Nach *Schaaff* soll diese zur Entdeckung der Grünblinden und Grünanomalen führen. Ich konnte dies im allgemeinen auch feststellen, jedoch fand ich auch einige Rotblinde und Rotanomale, die diese Tafel nicht lasen; nach dem Autor sollten diese hier gar keine Schwierigkeiten haben. Es ergab sich mir also hier ebenfalls kein eindeutiges Resultat.

B. Die *Mädchen* haben sich bei dieser Probe ähnlich verhalten wie die Knaben; auch bei ihnen konnte ich mehr oder weniger sicher eine Differenzierung treffen an Hand der Taf. 2, 3, 7, 8, 9, 10. Im allgemeinen wurden aber die Schaaffschen Tafeln von den farbenuntüchtigen Mädchen leichter gelesen als von den Knaben.

Die am Anomaloskop normalen Knaben und Mädchen, die ich auch an dieser Probe studierte, lasen alle ungefähr gleich schlecht, am meisten Schwierigkeit bereiteten die Taf. 2, 3, und 6, vor allem bei den Mädchen.

1. Die Schaafschen Tafeln sind eine gute Probe, sie darf aber keinesfalls den Anspruch erheben, allein verwendet zu werden. Es

entgingen bei ihr vollständig: 2 deuteranomale Knaben, 1 deuteranomales Mädchen.

2. Die Abnahme des schlechten Lesens der Tafeln geht nicht, wie bei den anderen Proben, parallel zur „Abnahme" des Grades der Farbensinnstörung, sondern in der Reihenfolge: extrem Anomale, Deuteranope, Anomale, wie aus den Summen der Prozentzahlen im letzten Stab der Tab. 11 hervorgeht. Am meisten strauchelten nach dieser Zusammenstellung die extrem deuteranomalen Knaben, am wenigsten die deuteranomalen Mädchen. Die Häufigkeit, mit der die einzelnen Untergruppen erfaßt werden konnten, schlägt also aus der Reihe im Vergleich mit anderen Pigmentproben.

3. Eine gewisse Differenzierung der einzelnen Typen an Hand der Taf. 2, 3, 7, 8, 9 und 10 ist möglich.

Schaaff gibt in seiner Gebrauchsanweisung an, es sei auch möglich, mit seinen „tableaux mosaiques" Gelbblaublinde zu eruieren; er stützt sich dabei auf eine einzige Beobachtung. Der betreffende Gelbblaublinde konnte nämlich vier seiner Tafeln nicht lesen, soll aber die betreffenden Stillingtafeln sowie die Cohnsche Probe anstandslos bestanden haben. Welche Tafeln es aber waren, gibt *Schaaff* nicht an. Bei Betrachtung der Resultate, die ich mit der Schaaffschen Probe bei den sog. „Normalen" erzielte, konnte ich hingegen nicht finden, daß speziell vier Tafeln schlecht oder gar nicht gelesen wurden. Es bildet dies zwar nicht direkt einen Gegenbeweis, trotzdem diese „Normalen" hauptsächlich auf Grund des Nichtbestehens der Stillingschen Taf. 10 und 11 einer klinischen Nachuntersuchung unterzogen wurden.

V. Nagels Tafel zur Untersuchung des Farbenunterscheidungsvermögens (10. Auflage 1922, besorgt von *Vierling*).

Diese Prüfung wurde nach der Gebrauchsanweisung mit der üblichen Fragestellung vorgenommen, wobei die Proben als nicht oder falsch bestanden vermerkt wurden. In Tab. 12 finden sich wieder in Prozent die Zahl der jeweils *nicht* richtig antwortenden Untersuchten.

Erörterung der Tabelle 12.

Nagels Tafeln dürfen den Anspruch erheben, eine sehr vielseitige Prüfung des Farbenunterscheidungsvermögens zu gestatten. Was die Prüfung mit ihnen verhältnismäßig interessant macht, ist die Tatsache, daß auch vom Untersucher eine gewisse geistige Arbeit geleistet werden muß, worauf *Rosmanit* bereits hingewiesen hat, indem die Antworten des Prüflings stets genau zu erwägen sind. Das bietet manchmal ziemliche Schwierigkeiten, da die Farbbezeichnungen auch der Normalen oft differieren und trotzdem nicht gleich auf Störung des Farbensinnes geschlossen werden darf. *Nagels* Tafeln sind die einzigen

Tabelle 12.

	Ca	Cb	B 1a	B 1b	B 2a	B 2b	A 1–12 a	A 1–12 b	A 1–12 c	A 1–12 d	A 13 a	A 13 b	A 13 c	Summe der Prozentzahlen
D.A. . ♂	38	38	4	4	45	45	29	24	36	32	15	17	15	342
E.D.A. ♂	86	86	14	14	71	71	29	57	43	43	—	86	—	600
D. . . ♂	87	87	—	—	73	73	93	70	90	73	30	90	40	806
P.A. . ♂	67	67	—	—	22	22	22	33	11	11	22	22	67	366
E.P.A. ♂	66	66	—	—	—	—	33	33	33	66	66	100	100	563
Pr. . . ♂	81	81	—	—	31	31	88	67	69	63	53	75	88	727
N. . . ♂	4	4	8	8	8	8	15	—	8	8	—	4	31	106
N. . . ♀	—	—	4	4	7	7	19	—	4	4	—	—	30	79
D.A. . ♀	33	33	—	—	33	33	44	22	23	—	22	33	11	279
E.D.A. ♀	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	100	—	—	200
Pr. . . ♀	100	100	—	—	33	33	100	33	100	100	100	66	66	821

der von uns angewandten Pigmentproben, die nach *Farbbezeichnungen* fragen, während alle anderen Zahlen oder Figuren in den Verwechslungsfarben lesen lassen. Hierin besteht ein fundamentaler Unterschied. Für den Prüfling ist diese Art der Untersuchung mitunter, besonders bei minder Intelligenten, recht schwierig.

Was hingegen die Sicherheit der Probe betrifft, so läßt sie sehr zu wünschen übrig, da hier lange nicht alle Farbenuntüchtigen erfaßt werden. Es ist dies aus der Zusammenstellung in Tab. 12 ersichtlich:

Abt. Ca und *b*. (Fragen: 1. Sind in dem Ring eine oder mehrere Farben? 2. Ist in dem Ring ein grüner Punkt?)

Hier verhalten sich Grünblinde und -anomale und Rotblinde und -anomale ungefähr gleich; im Gegensatz zur Schaaffschen Probe sieht man aber zunehmend mehr falsche Antworten von den Anomalen zu den Dichromaten hin. Am wenigsten lassen sich also Deuteranomale und Protanomale damit erfassen.

Abt. B1. (Frage: a) Sind hier eine oder mehrere Farben? b) Wie heißen diese Farben?)

Aus der Tabelle ist zu ersehen, daß nur Knaben (Deuteranomale mit 4% und extrem Anomale mit 14%) hier falsche Antworten gaben, alle anderen waren nach der Gebrauchsanweisung als farbentüchtig zu erklären. Diese Tafel erlaubt also bis zu einem gewissen Grade eine Differenzierung.

Abt. B2. (Frage: a) Sind hier eine oder mehrere Farben? b) Wie heißen diese Farben?)

Man ersieht aus der Tabelle, daß auch hier die Grünblinden und Grünanomalen mehr falsche Antworten geben als die Rotblinden und Rotanomalen; doch ist der Unterschied prozentual nicht groß. Auch hier besteht der übliche Anstieg von Anomalen über extrem

Anomale zu den Dichromaten, hingegen konnten unter meinen Untersuchten mit diesen Fragen die extrem protanomalen Männer und die extrem deuteranomalen Frauen nicht erfaßt werden. Bemerkenswert ist, daß hier auch die Normalen falsche Angaben machten.

Abt. A 1—12. (Frage: a) Nach allen Tafeln, wo sich rote Punkte befinden. b) Zeigen sie mir alle Tafeln, wo nur rote Punkte sind. c) Zeigen sie mir alle Tafeln, wo nur grüne Punkte sind. d) Zeigen sie mir alle Tafeln, wo nur graue Punkte sind.)

Bei der Betrachtung der Tabelle sieht man, daß die Resultate bei den Grünblinden und -anomalen etwas schlechter sind als bei Rotblinden und -anomalen und daß auch hier wieder eine graduelle Zunahme der falschen Antworten zu beobachten ist mit „Zunahme" des Grades der Farbensinnstörung. Einzig das extrem deuteranomale Mädchen konnten die Prüfung mit diesen Fragen beinahe richtig bestehen. Hingegen läßt sich aus den geringen Prozentzahlen vor allem der Anomalen ersehen, daß ein großer Teil von ihnen durch diese Fragen nicht erfaßt werden kann.

Abt. A 13. (Frage: a) Sind hier eine oder mehrere Farben und wie heißen diese Farben? b) Ist ein grüner Punkt vorhanden? c) Ist der rote Punkt dunkler als der grüne Punkt?)

Diese Tafel ist als Simulantentafel gedacht, da sie dieselben Farben wie Taf. C, dazu aber noch einen grünen Punkt enthält. Ich machte oft die Erfahrung, daß ein grüner Punkt nur auf besonderen Hinweis gezeigt und dann meistens als hellbraun erklärt wurde. Die Frage c, ob der rote oder grüne Punkt dunkler sei, ist zu Differenzierungszwecken zu stellen, da hier Rotblinde und -anomale in überwiegender Mehrzahl Rot für dunkler oder gleich hell wie Grün halten. Doch geben auch Deuteranomale und Deuteranope zu einem kleinen Prozentsatz hier dieselben Antworten wie Rotblinde und Rotanomale; nur bei den extrem Deuteranomalen konnte ich dies nie feststellen. Von den Rotblinden und -anomalen geben diese mit 67%, jene mit 88% und die extrem Protanomalen mit 100% typische Antworten auf diese Frage: man kann hierdurch also eine ziemlich sichere Differenzierung treffen.

1. Die Nagelschen Tafeln sind zweifellos eine der weniger guten Proben. Unter meinen damit untersuchten männlichen Farbenuntüchtigen entgingen 20 Deuteranomale (von 78), 1 Protanoper (von 32), 1 Protanomaler (von 9) und 1 extrem Deuteranomaler (von 7), insgesamt 14,4%, vollständig bei dieser Probe, d. h. sie beantworteten alle Fragen richtig. Auch unter den 13 farbenuntüchtigen Mädchen bestanden 2 die Probe mit Nagels Tafeln vollkommen richtig.

2. Mit der Abt. B_1 ist eine gewisse Differenzierung möglich, indem nur Grünblinde, extrem Grünanomale und Grünanomale hier falsche

Antworten geben (in der Gebrauchsanweisung ist diese Beobachtung nicht angeführt).

Aus meinen Protokollen ersehe ich ferner, daß unter den 26 männlichen „Normalen" 12 die Nagelsche Probe (teils nur eine, teils mehrere Fragen) falsch beantworteten, unter den 27 weiblichen „Normalen" auch 13 sie negativ bestanden. Es spricht dies nicht gerade für die Eindeutigkeit der Probe.

3. Eine weitaus bessere *Differenzierung* ist mit Abt. A_{13}, Frage c möglich, indem Rotblinde, extrem Rotanomale und Rotanomale mit großer Regelmäßigkeit hier „Rot" für dunkler als „Grün" halten; allerdings geschieht dies auch zu einem kleinen Prozentsatz bei den Deuteranomalen und Deuteranopen.

VI. Wölfflins Tafeln mit Umschlagfarben zum Nachweis von relativer Rot- und Grünsichtigkeit.

An die Prüfung mit den erwähnten fünf Pigmentproben schlossen wir noch diejenige mit *Wölfflins* Tafeln[41] an. Sie geschah unter den gleichen Bedingungen, also bei gutem Tageslicht in der geforderten Entfernung von ca. 40 bis 50 cm. Diese Prüfung, welche die individuellen Differenzen innerhalb des *normalen Farbensinns* aufzudecken bezweckt, war vor allem von großem Interesse bei den sogenannten Normalen, die bei den Schuldurchsuchungen strauchelten und deshalb einer Nachuntersuchung unterzogen wurden (26 Knaben und 27 Mädchen). Besonders, wenn am Ishiharatest typisch falsche Zahlen gelesen wurden, alle übrigen Proben aber gut bestanden wurden, legte dies den Verdacht nahe, daß es sich um Farbenübersichtige im Sinne von *Hess* und *Wölfflin* handle. Ich konnte hingegen unter diesen „Normalen" kein einziges Individuum entdecken, das *Wölfflins* Tafeln lesen konnte. Unter den 159 Farbenuntüchtigen fanden sich aber ein Protanoper und drei Deuteranomale, die Taf. 7 und 8 lasen. Möglicherweise spielte bei diesem negativen Ergebnis die große Jugend der Untersuchten mit, durch welche das Resultat ungünstig beeinflußt wurde.

Totale Farbenblindheit.

Nach den Angaben in der Literatur soll den total Farbenblinden das Lesen von Pigmentproben unmöglich sein. Trotzdem ich bei den Schuluntersuchungen sowohl aufmerksam hierauf wie auf Nystagmus und Lichtscheu und verminderte Sehschärfe achtete, konnte ich weder unter den Knaben noch unter den Mädchen einen derartigen Symptomenkomplex finden. *Vogt*[38] hat zwar 1922 unter 4000 Schülern in Basel 3 total Farbenblinde finden können und setzte sich damit in einen gewissen Gegensatz zu früheren Beobachtungen, die die totale

Farbenblindheit als ein exquisit seltenes Leiden darstellten. In Schweden soll z. B. auf 300000 Personen nur je ein Fall von totaler Farbenblindheit vorkommen (*Göthlin*[10]).

Beziehungen der Einstellungsbreite am Anomaloskop zum Lesen der Pigmentproben.

Da sämtliche Schüler, die zur genauen Untersuchung mit den erwähnten Pigmentproben sowie auch am Anomaloskop sowohl mit Gaslicht (Auerbrenner) als auch mit elektrischem Licht geprüft wurden, liegt es nahe, einen Vergleich anzustellen zwischen Lesen der Tafelproben und Einstellungsbreite am Anomaloskop.

Insbesondere kommt das für die Anomalen in Frage, da ja bei diesen besonders stark wechselnde Einstellungsbreiten vorliegen. Der Zusammenhang ist nun aber nicht eindeutig, und zwar aus verschiedenen Gründen. Vorerst ist zu sagen, daß bei elektrischer Beleuchtung die Einstellungsbreite immer größer ist als bei Auerlicht. Ferner spielen Intelligenz und Übung eine sehr wesentliche Rolle. So ist es bekannt, daß z. B. extrem Anomale durch Übung eine Einstellungsbreite bekommen können, die kaum wesentlich verschieden ist von der eines gewöhnlichen Anomalen.

Immerhin besteht eine gewisse Beziehung zwischen gutem bzw. schlechtem Lesen der Pigmentproben und der Einstellungsbreite am Anomaloskop. Innerhalb jeder der beiden Anomalengruppen gilt die Regel, daß, je größer die Einstellungsbreite ist, um so schlechter die Pigmentproben gelesen zu werden pflegen. Nur darf nicht die Einstellungsbreite vom Protanomalen und Deuteranomalen ohne weiteres verglichen werden, da deren Gleichungen in einem ganz anderen Gebiet liegen und bekanntermaßen besonders gegen das reine Rot hin die Änderung des Mischlichtes, die einem Teilstrich entspricht, nicht ohne weiteres vergleichbar ist mit der gegen das reine Grün hin.

Bei den Protanomalen ist die Einstellungsbreite in Teilstrichen ausgedrückt gewöhnlich relativ klein. Das Minimum betrug bei Gaslicht 2, bei elektrischem Licht 3 Teilstriche, das Maximum bei Gaslicht 6, bei elektrischem Licht 10 Teilstriche an der Trommel des Mischlichtes.

Bei den Deuteranomalen betrug hier die kleinste Einstellungsbreite sowohl bei Gaslicht als auch bei elektrischem Licht 6, die größte 40 Teilstriche.

Bei den obigen Angaben sind die extrem Anomalen nicht mit einbezogen, da über deren Einstellung bereits oben, S. 260, das nötige gesagt worden ist.

Wenn also zweifelsohne eine Abhängigkeit zwischen Einstellungsbreite und Lesen der Pigmentproben im Sinne einer Vergrößerung der

Einstellungsbreite bei schlechtem Lesen besteht, so läßt sich doch diese Abhängigkeit nicht zahlenmäßig ausdrücken.

Schlußergebnis.

Bei unseren Schuluntersuchungen sind wir also zu folgenden Resultaten gekommen:

1. Auf 2000 Knaben fanden sich 159 Farbenuntüchtige = 7,95%; auf 3000 Mädchen fanden sich 13 Farbenuntüchtige = 0,43%.

Unter den 159 farbenuntüchtigen Knaben waren

78 = 3,90% Deuteranomale,
7 = 0,35% extrem Deuteranomale,
30 = 1,50% Deuteranope,
9 = 0,45% Protanomale,
3 = 0,15% extrem Protanomale,
32 = 1,60% Protanope.

Unter den farbenuntüchtigen Mädchen waren

9 = 0,30% Deuteranomale,
1 = 0,03% extrem Deuteranomale,
3 = 0,10% Protanope.

2. Der Ishiharatest hat sich unter den von uns verwendeten Pigmentproben als allen anderen überlegene Probe erwiesen, weil man mit ihr anscheinend alle angeboren Farbensinngestörten erfassen kann. Da eine Prüfung mit den Ishiharatafeln überdies nur sehr wenig Zeit in Anspruch nimmt, ist sie als die geeignetste für Massenuntersuchungen anzusehen.

Die Sicherheit der anderen Proben sinkt in folgender absteigender Reihe:

2. Schaaffs Tableaux mosaiques;
3. Stillings Pseudoisochromatische Tafeln;
4. Cohnsches Täfelchen zur Prüfung feinen Farbensinns;
5. Nagels Tafeln zur Untersuchung des Farbenunterscheidungsvermögens.

3. Eine Differenzierung zwischen den einzelnen Untertypen der Farbensinnstörungen zu treffen, ist an Hand von Pigmentproben nicht immer und vor allem nicht sicher möglich. Man muß zu diesem Zwecke sich immer noch auf die Anomaloskopuntersuchung stützen. Am ehesten gelingt eine Differenzierung mit dem Ishiharatest, da dieser doch in den meisten Fällen eine Differentialdiagnose in Grünblinde, extrem Grünanomale und Grünanomale einerseits, und Rotblinde, extrem Rotanomale und Rotanomale andererseits gestattet.

Literaturverzeichnis.

Literaturübersichten finden sich, soweit ältere Arbeiten in Frage kommen, bei:

[1] *Brückner, A.*, Die Prüfung des Farbensinnes. Graefe-Sämisch, 2. Aufl., Bd. IV. 1903. — [2] *Köllner, H.*, Die Störungen des Farbensinnes. Karger, Berlin 1912. — Im folgenden sind nur Autoren angeführt, die in der vorliegenden Arbeit

besonders erwähnt sind: [3] *Clark, J. H.*, The Ishihara Test for Color Blindness. Americ. journ. of phys. opt. **5**, 269—276. Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophth. **16**, 451. 1924. — [4] *Crocco, A.*, und *A. Esteban*, Statistische Arbeit über Störung der Farbenperzeption in Argentinien, ausgeführt an den Truppen der I. Division. Arch. de Oft. de Buenos Aires **2**, 116—122. 1926. Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophth. **18**, 182. 1926. — [5] *Danforth, C. H.*, The problem of incidence in color blindness. Americ. naturalist **58**, 447—456. 1924. Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophth. **14**, 153. — [6] *Döderlein, G.*, Über die Vererbung von Farbensinnstörungen. Arch. f. Augenheilk. **90**, 43—66. 1921. — [7] *Erb, A.*, Zur Frage der Augenuntersuchungen des Eisenbahnpersonals. Schweiz. med. Wochenschr. **50**, 169—171. 1920. — [7a] *Favre*, zit. bei *Schiötz*[26]. — [8] *Franke, E.*, Über einige Ergebnisse vergleichender Farbensinnprüfungen. Arch. f. Augenheilk. **82**, 1—14. 1917. — [9] *Fueter, R.*, Über die Wahrscheinlichkeiten des Auftretens geschlechtsgebundener Leiden. v. Graefes Arch. f. Ophth. **114**, 593—594. 1924. — [10] *Göthlin, G. F.*, Congenital red-green abnormality in colourvision, and congenital total colour-blindness from the point of view of heredity. Acta ophth. **2**, 15—34. 1924. Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophth. **14**, 602—604. — [11] *Haupt, J.*, The Nela Test for color blindness applied to school children. Journ. of comp. psychol. **6**, 291—302. 1926. Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophth. **17**, 738. — [12] *Hess, C. v.*, Die Farbensinnprüfung des Bahn- und Schiffspersonals und die Notwendigkeit ihrer Neugestaltung. Med. Klinik **16**, 1279—1281. 1920. — [13] *Jeffries, B. J.*, Color Blindness, its dangers and its detection. Boston 1879. — [14] *Köllner, H.*, Anleitung zur Prüfung des Farbenunterscheidungsvermögens mittels des Anomaloskopes für Bahnaugenärzte. 2. Aufl. Selbstverlag Prof. Dr. Köllner, Würzburg 1913. — [15] *Köllner, H.*, Über Übergänge zwischen normalem Farbensinn und angeborener Rot-Grünblindheit und über die Möglichkeit ihrer quantitativen Bestimmung. Arch. f. Augenheilk. **78**, 302—335. 1915. — [16] *Köllner, H.*, Fortschritte in der Erkenntnis der Farbensinnstörungen. Dtsch. med. Wochenschr. **50**, 228—230. 1914. Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophth. **12**, 259—260. — [17] *Meisling, A.*, Farbenproben für alle nordischen Lande. Hospitalstidende **67**, Nr. 23, S. 30—32, Nr. 31, 33. 1924. Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophth. **14**, 390. — [18] *Mullen, J. A.*, The Percentage of Color-blindness to normal color vision as computed from 308, 919 cases. The Ophthalmic Record **8**, 332—334. 1899. — [19] *Nagel, W.*, Tafeln zur Untersuchung des Farbenunterscheidungsvermögens. Bearbeitet von Vierling. 10. Aufl. Bergmann, München 1922. — [20] *Oloff, H.*, Die Untersuchung angeborener Farbensinnstörungen. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. **72**, 603—617. 1924. — [21] *Piesbergen*, Erfahrungen bei den bahnaugenärztlichen Untersuchungen. Zeitschr. f. Bahn- u. Bahnkassenärzte **16**, 81—86. 1921. Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophth. **7**, 64. — [22] *Podestà*, Sehleistung und Farbensinn bei der Münsterschen Studentenschaft. Münch. med. Wochenschr. **71**, 1637—1639. 1924. — [23] *Rosmanit, J.*, Anleitung zur Feststellung der Farbenuntüchtigkeit. Leipzig u. Wien, Deuticke 1914. — [24] *Schaaff, E.*, L'examen du sens chromatique dans le service des chemins de fer. Bull. de l'acad. de méd. **94**, 952—955. 1925. Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophth. **16**, 591. — [25] *Schaaff, E.*, Tableaux-mosaique et Cartes chromatiques pour la recherche du Daltonisme. Istra. Strasbourg-Paris. — [26] *Schiötz, I.*, Colour blind females. Inheritance of colour blindness in man. Brit. journ. of ophth. **4**, 345—359, 393—403. 1920. — [27] *Schiötz, I.*, Rotgrünblindheit als Erbeigenschaft. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. **68**, 498—526. 1922. — [28] *Schwartz*, Statistisches und Allgemeines über die Pigmentproben. Zeitschr. f. Bahn- u. Bahnkassenärzte **16**, 17—22. 1925. Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophth. **5**, 489. — [29] *Seidel*, Prüfung auf Farbenuntüchtigkeit. Zeitschr. f. Bahn- u. Bahnkassenärzte 1912, Nr. 2. — [30] *Taylor, G. H.*, Color testing and the Psychology of color. Americ. journ. of psychol. **35**, 185—189.

1924. Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophth. **14**, 390. — [31] *Thier*, Demonstration eines einfachen Apparates zur Untersuchung von Farbenanomalien. Ber. d. dtsch. ophth. Ges. **42**, 336—338. 1920. — [32] *Verrey, A.*, L'Examen de la perception colorée et nos administrations fédérales. Rev. génér. d'ophth. **37**, 381—398. 1923. Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophth. **12**, 63. — [33] *Verrey, A.*, Quelques notes encore sur l'examen de la perception des couleurs et les chemins de fer fédéraux. Revue générale d'ophth. **40**, 149—153. 1926. Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophth. **17**, 309. — [34] *Verrey, A.*, Anomalies du sens des couleurs et Anomaloscope. Rev. génér. d'ophth. **40**, 193—199. 1926. Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophth. **17**, 308. — [35] *Vierling, Fr.*, Die Handhabung der Sehschärfeprüfung und der Farbensinnprüfung nach den Nagelschen Tafeln. Zeitschr. f. Bahn- u. Bahnkassenärzte **9**, 29—39, 57—66. 1914. Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophth. **1**, 161. — [36] *Vierling*, Vergleichende Untersuchungen über die Leistung der wichtigsten Pigmentproben. Zeitschr. f. Bahn- u. Bahnkassenärzte 1919, S. 85. — [37] *Vogt, A.*, und *R. Klainguti*, Weitere Untersuchungen über die Entstehung der Rotgrünblindheit beim Weibe. Arch. f. Rassen- u. Gesellschaftsbiol. **14**, 129—140. 1922. — [38] *Vogt, A.*, Totale Farbenblindheit. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. **69**, 121—123. 1922. — [39] *Vorstandsbericht* über die Ausschußsitzung des Vorstandes deutscher Bahnärzte am 14. V. 1922 in Oldenburg. Neue Bestimmungen über die Farbensinnprüfung. Zeitschr. f. Bahn- u. Bahnkassenärzte **17**, 141—145. 1922. Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophth. **9**, 140. — [40] *Wölfflin, E.*, Über eine neue Methode zum Nachweis der Farbenüberempfindlichkeit. Ber. d. dtsch. ophth. Ges. 1924, S. 17—20. Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophth. **12**, 290. — [41] *Wölfflin, E.*, Tafeln mit Umschlagfarben zum Nachweis von relativer Rot- und Grünsichtigkeit. Thieme, Leipzig 1926.